非洲大蝸牛天敵，嘉納蝸 *Gonaxis quadrilateralis* (Preston) 之引進與飼育㈠

邱瑞珍㈡ 周根清㈢

非洲大蝸牛（*Achatina fulica* Bowd.）於1932年自新嘉坡引進本省迄今已三十餘載。因其生存力與適應力強，食性繁雜，增殖迅速，故成爲本省農林作物之重要害蝸(1)，(2)，(5)。近年來由於植物保護工作推行之澈底，一般作物蟲害均顯著減少。獨蝸害日趨顯見，且防治頗爲困難，欲求澈底殲滅則更非易事。故作者等擬採用「以蝸制蝸」對策，自國外引進非洲大蝸牛之肉食性天敵進行生物防治試驗。1959年曾自夏威夷引進玫瑰蝸*Euglandina rosea* Ferru. (4) 供非洲大蝸牛生物防治之試材(5)(6)，1961年復得夏威夷 Mabel Chong 女士（Hawaiian Board of Agriculture and Forestry）之助，趁國立臺灣大學農學院嚴奉琰教授自夏威夷搭機返臺之便，帶回非洲大蝸牛之另一種肉食性天敵，嘉納蝸 *Gonaxis quadrilateralis* (Preston) 100 隻。抵臺時因包裝欠善僅活存77隻，隨即在本所應用動物系養蟲室試行繁殖。但以經費無着，無法進行詳細之觀察與大量增殖。1963年承中國農村復興委員會生產組劉廷蔚組長之多方鼓勵與支持且由該會資助進行該蝸之飼育與習性觀察，使臺灣之非洲大蝸牛生物防治工作由此奠下基石。又本系陶家駒主任於工作進行期間時時提供意見，且給予種種方便，以及本研究室臨時技術員陳淑貞、林司雄、楊美惠等之協助工作，作者等概由衷感激，玆特附此誌謝。

嘉納蝸係肉食性，原產東非。於1957年由東非之 Kwale 引進夏威夷，供非洲大蝸牛生物防治之用。數年後嘉納蝸即在該島非洲蝸牛生長繁盛之地立足（Establishment）(3)。玆將其引進本省後之飼育經過與觀察結果報導如後。

一 飼育方法：

A 室內飼育：剛孵化之嘉納蝸用口徑18cm高11cm之圓形玻璃皿，內舖以厚約5—4cm，由⅔砂與⅓田土混合之土層（冬期飼育時土層應較厚以收保溫之效）上蓋銅紗蓋。每一玻璃皿可飼育小蝸8—12隻。幼蝸孵化後即飼以初孵化或生長約二週左右之非洲蝸牛或其他大小相若之有殼蝸牛類，皿內同時放入數片青菜瓜果之類以爲害蝸飼料，同時使害蝸活動正常。飼料用蝸牛之個數約爲嘉納蝸數之4至6倍，且依嘉納蝸捕食量之強弱，隨意增減，每隔一至二天檢查一次，揀除嘉納蝸捕食之殘餘空殼，並記錄其捕食量，再添加飼育用之蝸牛與青菜，同時澆水以保持皿內之濕度。此外每月定期換土，洗滌器皿以保清潔亦極重要。由於嘉納蝸之不斷生長與增大，供飼育用之蝸牛體型亦應隨之加大，而以與嘉納蝸殼之大小相若者爲合適。嘉納蝸飼至第二個月後其捕食量增強，體型亦漸增大，此際爲避免過度擁擠而引起互相殘殺之行爲可改用木箱飼育。即利用市售之肥皂空箱（大約45×35×18cm³）稍加修改使土砂不致外漏，再加一木框之尼龍蓋

註：㈠ 本試驗工作係由中國農村復興委員會資助進行，謹此誌謝。

㈡ 臺灣省農業試驗所應用動物系技正。

㈢ 同上，技佐

卽可。其餘飼育法與幼蝸同，但飼育用之蝸數應予增加。一俟嘉納蝸成熟卽須開始按期檢卵工作。以明瞭其產卵情形。嘉納蝸之卵外粘附一層泥粒，外觀與飼育箱內之土粒一般無二，辨別甚難。故檢卵之時必須用篩篩土，同時以水冲洗泥砂，最後留下被有土層之卵粒。卵粒檢出後隨卽移置於舖有潮濕土層之培養皿內，皿外罩以紗布，此後與日檢視一次，並使土層保持潮濕，卽如有孵化卽須將幼蝸檢出，另行飼育。

B　室外飼育：室外係用大型紗籠飼育，籠之大小約爲 $175\times135\times135cm^3$。籠內爲天然草地或加植甘藷、蔬菜等，使之保持自然環境，且可避免風吹雨打或烈日照射。籠內飼料用有害蝸牛之供給量可加至嘉納蝸個數之10至12倍，以免時時添加害蝸。並按期（約一星期）檢查飼料用蝸牛之被捕食數與活存數以便酌量補足。天氣過於乾燥時，務須隨時澆水，使蝸牛保持正常之活動。

二　飼育經過：

嘉納蝸於1961年9月7日引進本省，當時活存者77隻，在本所養蟲室飼育至26日僅存41隻，當時以23隻飼育於室外養蟲籠，而以18隻在室內用木箱飼育。室內飼育者於當年9月下旬開始產卵至12月上旬共產卵94粒（表1）孵出幼蝸63隻，再分六箱飼養，並觀察其生活習性。

表1：自夏威夷引進嘉納母蝸之產卵記錄（Sept.－Dec. 1961）

檢卵日期	檢出卵數（粒）	孵出幼蝸數（隻）	孵化率（%）	備註
Sept. 27—Oct. 20	20	14	70.0	產卵母蝸18隻
Oct. 21—Oct. 31	21	17	81.0	
Nov. 1—Nov. 20	39	22	59.5	
Nov. 21—Dec. 10	14	10	71.4	
合計	94	63		

飼育於室外紗籠之嘉納蝸因其潛伏土中，地面種有植物，不宜翻土檢視，故平時罕見其踪跡。1962年5月28日於籠中發現3隻嘉納蝸，同年8月16日復發現2隻，23日再發見1隻。各蝸之蝸殼與肉體之色澤均鮮明，肉質部份則顯肥壯濕潤，一望而知其係夏威夷引進母蝸之第一子代。前後發現之6隻嘉納蝸均經攜歸室內，飼養於一箱。至1962年10月上旬開始產卵，迄同年11月下旬止共檢出第二代卵101粒。

室外飼育者因其習性關係無法定期觀察，故1963年至1964年均未予繼續。直至1964年10月15日再度將嘉納成蝸30隻放飼於室外紗籠供越冬觀察之用。本年（1965）1月下旬檢查時發現嘉納蝸均潛伏於土面下約二公分左右，生長甚佳，無一死亡，是月之氣溫最低記錄爲0°—3°C。

總之，自夏威夷引進之嘉納母蝸飼於室內者產卵後卽陸續死亡，至翌年（1961）1月竟全部無存。其第一代仔蝸於1961年11月上旬孵化；第二代仔蝸於1962年7月中旬孵化；第三代仔蝸於1963年11月下旬孵化；第四代仔蝸於1964年10下旬孵化。1963至1964年間嘉納蝸之飼育工作着重於室內之飼育繁殖與其生活習性之觀察。

三 觀察結果：

A 形態概述：

1.母蝸（圖1）：蝸殼淡褐色，近殼口部份稍帶白色。具七層螺紋，各層紋急激顯著增大，第六與第七層紋稍傾斜故殼形不正，其最大圓徑約18—20mm，長徑約26—28mm。一般體型大小相仿，不若玫瑰蝸之同一卵羣孵出之幼蝸，成長後多有大小懸殊之現象。殼頂鈍，殼口馬蹄形，邊緣向外捲。口徑約11—12mm，蝸殼表面密佈縱斜之隆起線。至產卵後殼長即停止生長，由於，其蝸齡之增加而殼之表面漸失光澤，全部顯呈灰白色，且凹下點日漸增多。肉體部份隨蝸齡之增加而色澤漸深。頭與腹部為橙黃色，腹側稍帶灰色，腹背與觸角呈美麗之桔紅色，眼點明顯，長於後觸角之頂點，故又稱眼觸角，其前方另有一對小觸角。係雌雄同體，頭部右側有兩性生殖孔之共同開口。隱存時外觀祇見一小白點。口器位於身體前端，頭部之腹面。

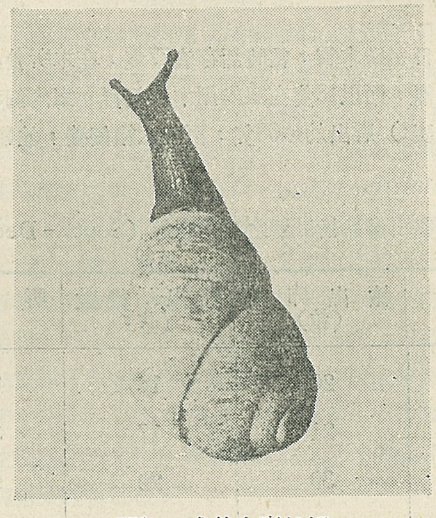

圖1. 成熟之嘉納蝸

2.卵（圖2）：白色，扁圓形，圓徑3—4mm，厚約2—3mm。卵殼表面粗糙，軟而富有彈性。殼外粘着飼育用之土粒一層，外觀亦呈扁圓形，圓徑約5.5mm，厚約4.5mm，卵產於土中，頗難辨識。

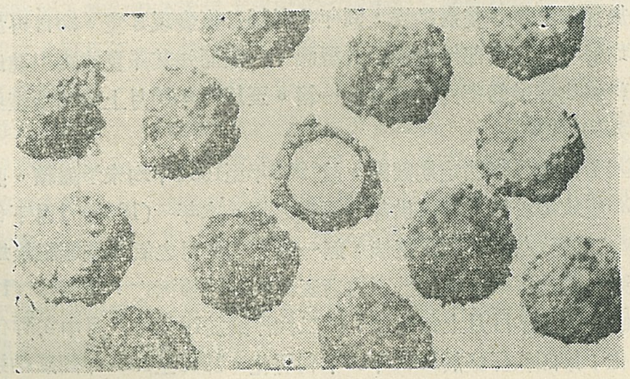

圖2. 殼外包有土粒的嘉納蝸卵羣

3.幼蝸（圖3）：初孵出之幼蝸，蝸殼光滑無紋，薄而透明故可窺見其內淡黃色之肉體。殼形甚扁，其圓徑約3.2mm，長徑約2.4mm，具3層螺紋，生長至一個半月時則層紋有5，殼之圓徑較長徑爲大，殼底臍口圓形而深。生長至第三個月時則層紋爲六，殼之圓徑仍較長徑爲大，臍口長形而深。生長至第四個月時則層紋爲七，臍口之大部已爲殼口部所蔽蓋，此際層紋斜轉，殼形偏斜不正。總之幼齡時殼脆薄而略透明，漸長則漸加厚而呈石灰質化。

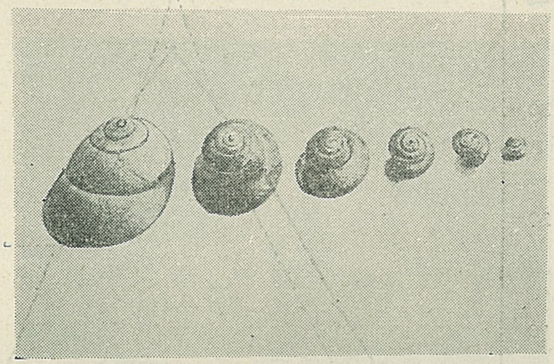

圖3. 嘉納蝸幼蝸的生長各期

B 生活習性：

1.一般活動：嘉納蝸之活動白天幾乎都在土中，僅夜間始見出現土表。第二代嘉納蝸有全年產卵之記錄。但爲數甚少，一般則每年約在4月開始活動，5月開始產卵，而夏季若遇高溫乾燥則呈休眠現象。但正際生長發育期中之未成熟蝸則極少見。其日常之活動如捕食、交配、產卵等概以夜間爲主，至於食性與玫瑰蝸極爲相似(5)(6)。

2.捕食（圖4）：其捕食行爲係自晚間8時開始至清晨8時，而以深夜12時至4時爲最盛。其全日之捕食情形依1962年8月份之全日觀察結果如圖5。其捕食對象多爲殼長約2公分之有殼蝸牛，若食盡其肉約需2小時之久。一般捕食所需時間之長短視其所捕食蝸牛之大小而異。捕食後，嘉納蝸之腹足有時仍停留於其空殼內達5—6小時甚至十餘小時之久，而空殼往往漸被溶化或僅殘留頂部或變成薄殼，此或爲嘉納蝸攝取灰分供其蝸殼生長之一種方法。又飼育嘉納蝸從未加用

圖4. 嘉納蝸捕食非洲大蝸牛幼蝸

貝殼粉或其他灰分，但其蝸殼生長厚而且完好或即由於此故，腹足停留於害蝸空殼內之情形以白天爲常見。

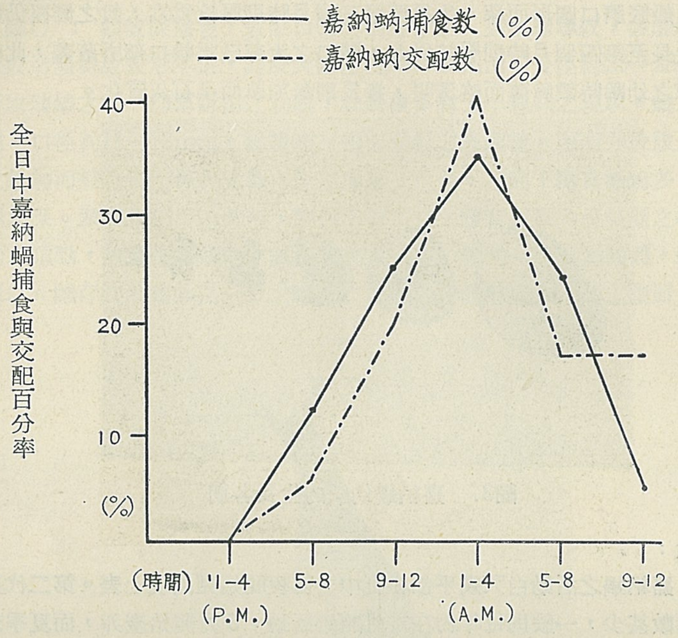

圖5： 嘉納蝸全日之捕食與交配記錄（Aug.1—31，1962）

嘉納蝸之捕食量以發育生長期中與產卵季節之前爲較多，故成熟產卵之後其捕食量反不及未成熟時之高。冬期之捕食量亦低。作者等自1963年４月至1965年一月觀察第二代嘉納蝸14隻之一生捕食情形如圖６。

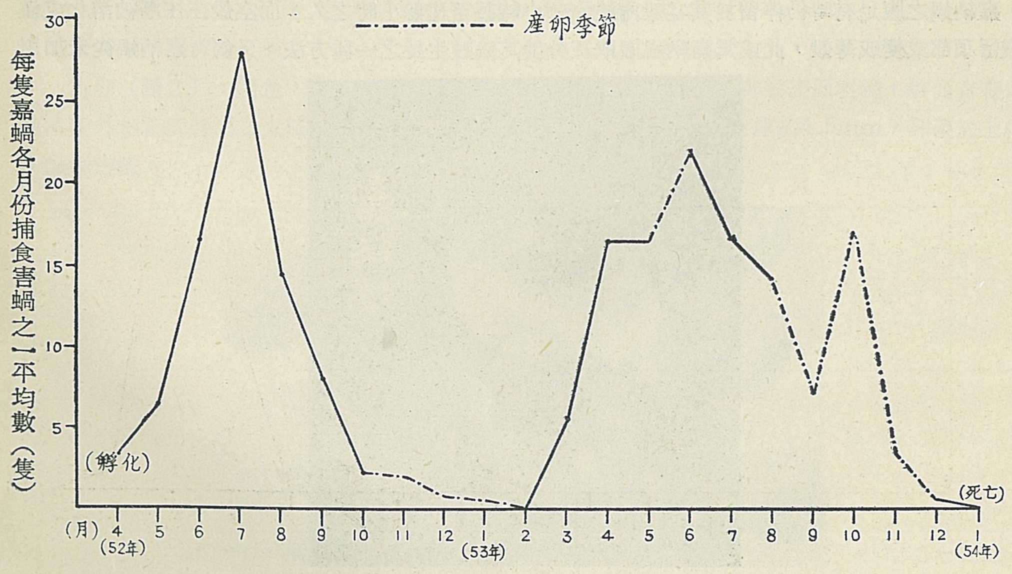

圖６：嘉納蝸一生之捕食情形（April 1963 - Jan. 1965）

3.交配（圖7）：嘉納蝸之交配時刻與捕食時刻大致相同（圖5）。每次交配約1至3小時，每蝸每次產卵前之交配次數無法觀察。兩蝸交配前其生殖孔部份略見膨大且生殖孔顯露，此際如兩蝸相遇即可交配。交配時兩蝸之體軀常並排或殼口相向，分泌泡沫狀之粘液將其肉體顯露部份與殼口部份掩蓋，且停留於一處不動直至交配完畢始各自離去。其交配場所多在土表，極少數在土中。

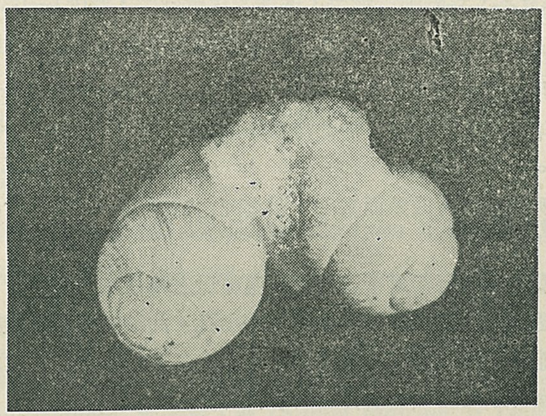

圖7.　嘉納蝸交配情形

4.產卵：嘉納蝸每年5月初即可產卵，而以5,6,10,11各月為盛，依室內飼育記錄，每年12月甚至1月間仍有產卵記錄。在氣溫10°C左右仍可產卵。作者等於1963年3月起至1964年12月止，觀察第二代嘉納蝸14隻之一生產卵情形如圖8。每蝸一生之產卵數平均為114 個。卵分粒產於土中，產卵方法不詳。卵殼甚軟，產後外面粘以一層土粒混於土中，頗難辨識。

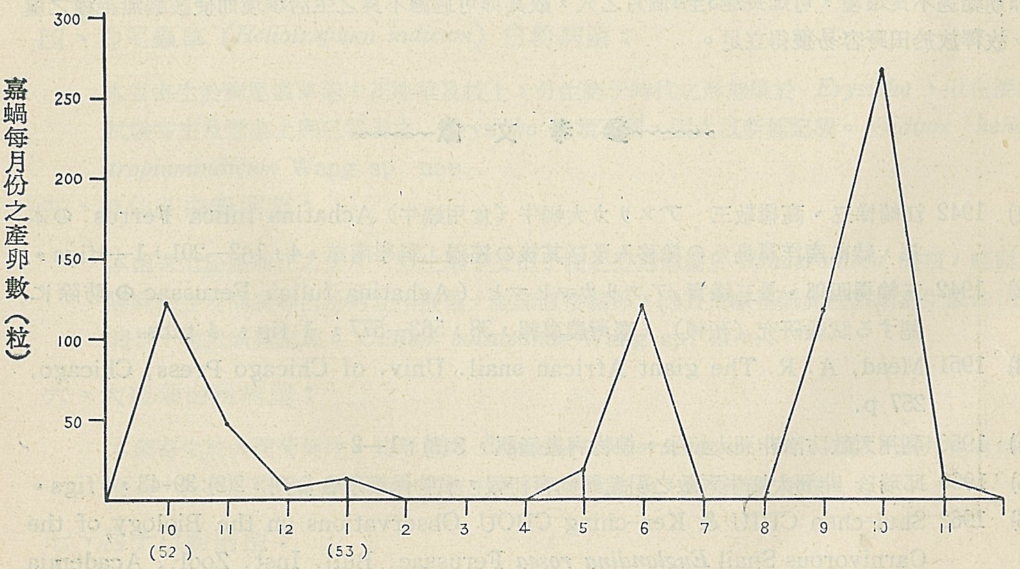

圖8：　嘉納蝸一生之產卵量（Apr. 1963—Dec. 1964）

嘉納蝸之卵期約爲一個半月左右，最短爲33天。如在冬期則卵期長達1—3個月，故此蝸可以卵期越冬。1962年冬季氣溫突降至 0° C以下，而室內飼育因無加溫設備，故嘉納蝸全部死亡。但其所生之卵至翌春仍照常孵化，其後嗣繁殖至今，否則恐早已絕種矣。

卵之孵化率平均約在60—80%左右。卵期之長短對於其孵化率似無影響。故春秋季所產之卵與冬季之越冬卵孵化情形無甚差別。卵孵化時，其帶有土粒之卵殼碎裂爲數片而幼蝸外出。

5.發育：卵期在夏季爲33—49天，平均約爲40天。以卵越冬者卵期常達3至4個月之久。幼蝸自孵化，發育成熟而至產卵所需之時間，視其生長季節而異，如每年1至7月孵化者，約需時4個月，即當年可以成熟產卵。秋冬孵化之幼蝸，因越冬之故，須延至翌年5或6月才可產卵，其發育期常長達6、7個月間或9個月之久。一般言之，春季孵化而在當年產卵者爲數並不多，通常均以今年孵化而至翌年產卵者爲常見。於飼育期中幼蝸之死亡與互相殘殺現象均極少見。幼蝸之成長率常達90%以上。

6.壽命：自幼蝸孵化至發育成熟而產卵，以迄死亡爲時約1—3年。該蝸自1961年9月引進本省迄今已飼育至第四代。

7.休眠與冬眠：嘉納蝸於每年夏季遇極度高溫乾燥之時往往有少部份呈休眠現象。此際不食不動，同時分泌一半透明片狀物將殼口封住而留一小孔。此蝸於冬期氣溫寒冷之時反而未見有此休眠現象。顯示其不能耐高溫乾旱而有抗嚴寒之特性。冬期氣溫在6° C左右其在室內飼育箱中仍有捕食之行爲，如在室外恐更能在較低之溫度下活動也。

四、結　論：

(1)嘉納蝸引進本省已能適應本地氣候，且具有捕食多種農作物害蝸之能力，故可釋放於農作物害蝸繁多之地區，聽其在田野自行繁殖與傳佈，以防治本省農林作物之害蝸。

(2)嘉納蝸性畏高溫乾旱而能耐嚴寒，故釋放於本省北部地區或高冷地區域均甚相宜。

(3)嘉納蝸習慣潛伏土中，移動範圍不廣，若用於局部之害蝸防治當甚爲理想。

(4)嘉納蝸在全年中之活動期限較非洲大蝸牛爲長，除高溫乾燥之季節外幾乎全年都有活動。卵期如遇不良環境，可延長達3至4個月之久，故其卵可適應不良之生活環境而使該蝸無絕種之虞。故釋放於田野容易獲得立足。

參考文獻

(1) 1942 江崎悌三、高橋敬三　アフリカ大蝸牛（食用蝸牛）Achatina fulica Ferrus. の本邦，特に南洋羣島への輸移入及び其後の經過，科學南洋，4：162—201，1—4figs。

(2) 1942 三輪勇四郎、景三鐵實　アフリカマヒマヒ（Achatina fulica Ferussac の防除に關する試驗研究（預報），臺灣農事報，38：563—577，1 fig，4 tabs.

(3) 1951 Mead, A. R. The giant African snail. Univ. of Chicago Press, Chicago, 257 p.

(4) 1956 利用天敵防治非洲大蝸牛，植物病蟲通訊，3(3)：1—2。

(5) 1960 邱瑞珍　非洲大蝸牛天敵之引進與飼育初報，植物保護學會會刊，2(2):39-43，4 figs。

(6) 1962 Shui-chen CHIU & Ken-ching CHOU Observations on the Biology of the Carnivorous Snail *Euglandina rosea* Ferussac. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica, 1:17-24, 4 tabs., 9 figs.